

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-153191

(43)Date of publication of application : 08.07.1987

(51)Int.Cl.

C30B 15/14  
// H01L 21/18

(21)Application number : 60-294702

(71)Applicant : MITSUBISHI METAL CORP  
NIPPON SILICON KK

(22)Date of filing : 27.12.1985

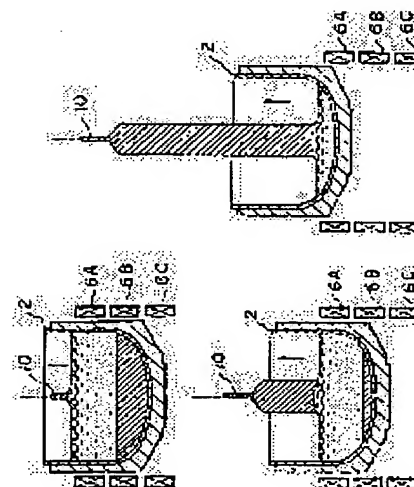
(72)Inventor : UEDA KENICHI

## (54) SINGLE CRYSTAL PULLING UP DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To make it possible to produce single crystal having a little change in oxygen concentration between top side and bottom side, by changing electric power fed to heaters at plural stages set at the outside of a crucible depending upon the progress of single crystal pulling up.

**CONSTITUTION:** A polycrystalline silicon material is put in a crucible 2 and electric power is sent to all the heaters 6A, 6B and 6C to dissolve the material. Then, electric power supply to the heater 6C at the lower stage extremely reduced and electrical power supply to the heater 6B at the middle stage is lessened so the silicon at the bottom of the crucible 2 is made a solid state. A seed 10 is lowered, immersed in silicon melt and single crystal is pulled up. Then, electric power sent to the heaters 6C and 6B is gradually reduced with the rise of the crucible so that solid silicon always exists at the bottom of the crucible. Pulling up is carried out as it is, silicon in a solid state is melted and used for the pulling. In the first half of the pulling up process, elution of oxygen from the bottom is suppressed and in the second half, oxygen concentration in the melt is raised by melting of the solid so that single crystal having a little change in oxygen concentration at the top side and the bottom side is obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-153191

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)7月8日

C 30 B 15/14  
// H 01 L 21/188518-4G  
7739-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 単結晶引き上げ装置

⑰ 特 願 昭60-294702

⑱ 出 願 昭60(1985)12月27日

⑲ 発 明 者 上 田 憲 一 東京都千代田区大手町1丁目5番2号 日本シリコン株式会社内  
⑳ 出 願 人 三菱金属株式会社 東京都千代田区大手町1丁目5番2号  
㉑ 出 願 人 日本シリコン株式会社 東京都千代田区大手町1丁目5番2号  
㉒ 代 理 人 弁理士 志賀 正武

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

単結晶引き上げ装置

## 2. 特許請求の範囲

多結晶を溶融して溶湯とするルツボと、このルツボの周囲に設けられた加熱手段と、上記ルツボ内の溶湯から単結晶を成長させながら引き上げる引き上げ具とからなる単結晶引き上げ装置において、

前記加熱手段としてルツボの上下方向に複数段に亘ってヒータを設け、これらヒータのそれぞれに単結晶引き上げの進行状態に応じて加減した電力を供給する供給装置を備えたことを特徴とする単結晶引き上げ装置。

## 3. 発明の詳細な説明

「産業上の利用分野」

本発明は、高純度シリコン単結晶等の製造に用いられる単結晶引き上げ装置に関する。

「従来の技術」

ルツボ内でシリコン等の多結晶を溶融して溶湯とし、この溶湯から単結晶を成長させながら引き上げる、いわゆる単結晶引き上げ装置として、従来から第4図に示すようなものが使用されている。

この図において、符号1は炉体であり、この炉体1の中央部には石英で作られたルツボ2が設けられている。このルツボ2は黒鉛サセプタ3によって保持されており、この黒鉛サセプタ3の下端部は接合部材5を介して軸4の上端に取り付けられている。そして、このルツボ2は図示しないルツボ回転モータおよびルツボ昇降モータによって駆動されるようになっている。また、符号6は通電されてルツボ2を加熱する円筒状のヒータ、7は炉体1とヒータ6との間に配置された円筒状の断熱材である。

上記炉体1の上方には、図示しない引き上げ機構が設けられ、その引き上げ機構によって、引き上げワイヤ8がルツボ2上方で回転しつつ上下動されるようになっている。この引き上げワイヤ8の先端にはシード支持具9を介してシード10(単

結晶の種類)が取り付けられ、このシード10を溶湯11に浸した後、引き上げることによって、シード10を始点として順次成長した単結晶棒11Aが引き上げられるようになっている。

#### 「発明が解決しようとする問題点」

ところで、前記ルツボ2の材質である石英( $\text{SiO}_2$ )は、シリコン溶湯と反応して揮発性の酸化ケイ素( $\text{SiO}$ )を生成し、この酸化ケイ素が溶湯内に一部混入するので、第4図中矢印のように、ルツボ内壁から溶湯へ酸素が溶出することになる。

前記従来の引き上げ装置では、溶湯の酸素濃度が単結晶引き上げ開始時の溶湯上部で高く、以後、単結晶の引き上げにつれて、除々に酸化ケイ素が揮発して酸素濃度が低下していく。そのため、前記装置によって製造された単結晶は、第5図に示すようにトップT側で酸素濃度が高く、ボトムBに向かうにつれ濃度が低下するものとなり、その濃度変化は第5図のグラフに示すように大きな勾配となる。

単結晶の酸素濃度は、所定値よりも高いと、そ

の単結晶を熱処理する際に転位が生じて發露欠陥が発生したり、結晶内に酸化物が析出したりして結晶構造が乱れ、半導体の特性が悪化する原因となる。また、酸素濃度が低すぎても半導体製造用としては不適となるので、半導体用の単結晶には、酸素濃度の上限U・下限Lがきめられている。

ところが、従来の引き上げ装置によって製造された単結晶は、前述の通りそのトップTからボトムBに向かって酸素の濃度変化が大きいので、第5図に示すように半導体として使用可能な部分(酸素濃度U以上L以下)が少ない。したがって、前記の引き上げ装置では、実質的な単結晶の製造効率が低い欠点があった。

#### 「問題点を解決するための手段」

本発明の単結晶引き上げ装置は、ルツボ加熱手段として、ルツボ外周に複数段に亘ってヒータを設け、これらヒータのそれぞれに単結晶引き上げの進行状態に応じて加減した電力を供給する供給装置を備えたことを特徴とする。

#### 「作用」

本発明の装置は、ルツボ外周に配置した複数段のヒータに供給する電力を、単結晶引き上げの進行状態に応じて変化させ、ルツボ底部において単結晶製造用材料の一部を固体に保ったまま単結晶の引き上げを行ない、単結晶中の酸素濃度分布をコントロールする。

#### 「実施例」

以下、図面を用いて本発明の一実施例を詳細に説明する。

第1図は、単結晶引き上げ装置の断面図であり、前記従来例と同一部分には同一符号を付して、その説明を省略する。

本装置では、ルツボ2加熱手段として、ルツボ2の上下方向に三段(上段・中段・下段)のヒータ6A, 6B, 6Cが別個に設けられている。これらヒータ6A, 6B, 6Cは、いずれも内部に導電性発熱体を備えたもので、リング状をしており、互いに同軸にルツボ2の外周に配置されている。そして、上段ヒータ6Aは、装置作動時にシリコン溶湯11面に対応する高さに配置され、また、上段ヒータ6Aの上端

から下段ヒータ6Cの下端までの距離はルツボ2の上下長と略等しくされている。

上記の各ヒータ6A, 6B, 6Cは、それぞれ図示しない電力供給装置に接続されており、ここから供給される電力によって発熱するようになっている。この電力供給装置は、引き上げ装置全体の作動を制御するコンピュータ(図示せず)に接続されており、このコンピュータが知覚する単結晶引き上げ工程の進行状態に応じて、各ヒータ6A, 6B, 6Cに供給する電力を加減するようになっている。

次に、この単結晶引き上げ装置の動作を順を追って説明する。

まず、ルツボ2内に多結晶シリコン材料を入れ、全てのヒータ6A, 6B, 6Cに電力を供給してこれを溶解し、溶湯とする。その後、下段ヒータ6Cへの電力供給を大幅に減少するとともに中段ヒータ6Bへの電力供給を減らし、ルツボ2底部においてシリコン溶湯の温度を下げ、再び固体状態にする。その一方、上段ヒータ6Aへは引き続き電力供給を行ない、ルツボ2の上部ではシリコンを融点以上に

保ち、溶湯にしておく。

次いで、第2図(a)に示すように、シード10を下げて溶湯表面に一定時間浸した後、ゆっくりとこれを回転しつつ引き上げを開始する。この時、一部のシリコンはルツボ2底部で固体のままであり、このシリコン固体によって、石英ルツボ2内底面とシリコン溶湯とが接触しないようにし、ここからの酸素の溶出を抑える。

そして、第2図(b)に示すように、単結晶の成長のために溶湯面が低下するのに合わせてルツボ2を回転しつつ上昇させ、それに伴って下段ヒータ6C、中段ヒータ6Bに供給する電力を漸次減らしてルツボ2底部の温度を調節し、引き上げ工程の前半において、ルツボ2底部でシリコンの一部が常に固体状態に保たれるようにする。

やがて、第2図(c)に示すように、ルツボ2底部が下段ヒータ6Cよりも高い位置に来たら、下段ヒータ6Cへの電力供給を停止する。シリコン溶湯の温度が低下するようであれば、上段ヒータ6Aへの供給電力を増やして調節する。それ以後は、ボ

ことができる。

またさらに、本装置では、引き上げ工程の後半に下段のヒータ6Cへの通電を停止し、中段ヒータ6Bへの供給電力も著しく削減するので、加熱に要する消費電力が大幅に減らせる利点もある。

なお、上記実施例では、加熱手段として3段のヒータ6A, 6B, 6Cを用いたが、本発明はこれに限らずルツボの高さなどに応じて、2段でも、あるいは4段以上であってもよい。

また、上記の実施例ではシリコン単結晶の製造に用いた例を示したが、本発明はこれに限らずゲルマニウム等、他の単結晶製造にも適用できる。

#### 「発明の効果」

本発明の単結晶引き上げ装置は、ルツボの周囲に、複数段に亘ってヒータを設け、これらヒータのそれぞれに単結晶引き上げの進行状態に応じて加減した電力を供給する供給装置を備えたものである。引き上げ工程の前半に、ルツボの底部で単結晶製造用材料の一部が固体状態に保たれるようにし、これによって溶湯への酸素の溶出を抑え、

トム形成までそのまま引き上げを行ない、固体状態に保たれていたシリコンをも融解して引き上げに使用する。

このように、本実施例の単結晶引き上げ装置では、引き上げ工程の前半において、一部のシリコンがルツボの底部で固体状態に保たれるようにし、これによってルツボ2内底面からの酸素の溶出を抑え、引き上げ工程の前半におけるシリコン溶湯中の酸素濃度を低下させる。また、引き上げの後半では、酸素の溶出を妨げていたシリコン固体を融解させることによって、溶湯の酸素濃度を従来装置より高めることができる。したがって、第3図に示すように、トップT側とボトムB側での酸素濃度の差が小さい単結晶を製造することができ、半導体として使用可能な部分を増やすので、単結晶の製造効率を高めることが可能である。

また、供給装置による各ヒータ6A, 6B, 6Cへの電力供給を、異なったプログラムに基づいて行なった場合には、単結晶の酸素濃度分布を容易に変更でき、望みの酸素濃度分布を有する単結晶を得る

引き上げの初期における溶湯中の酸素濃度を低下させる。また、引き上げの後半では、酸素の溶出を妨げていたシリコン固体を融解させることによって、溶湯の酸素濃度を高める。したがって、この装置では、トップ側とボトム側での酸素濃度の変化が小さい、すなわち半導体として使用可能な部分の多い単結晶を製造することができ、単結晶の製造効率を高めることが可能である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の単結晶引き上げ装置を示す断面図、第2図(a), (b), (c)は同実施例の作用を示す概略図、第3図は同実施例の効果を示す説明図、第4図は従来の単結晶引き上げ装置を示す断面図、第5図は従来の装置の問題点を示す説明図である。

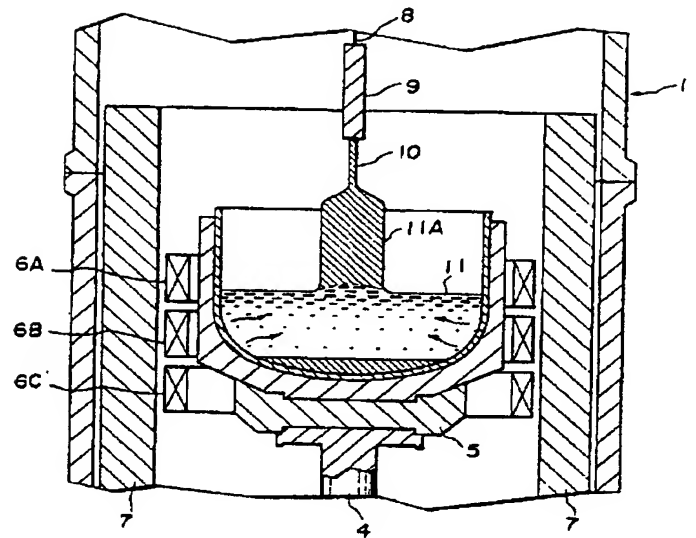
- 1 … 炉体
- 2 … 石英ルツボ
- 6A, 6B, 6C … ヒータ
- 8 … 引き上げワイヤ
- 11A … 単結晶棒

11... 溶湯

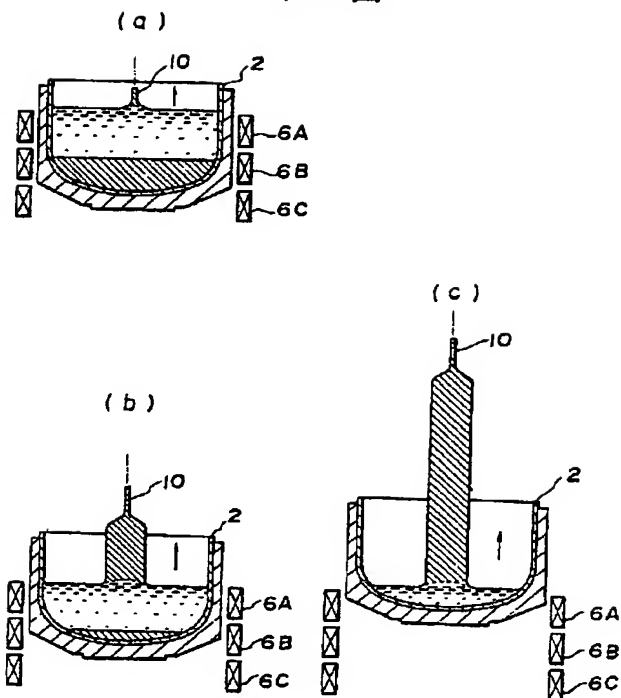
出願人 三菱金属株式会社  
出願人 日本シリコン株式会社  
代理人 弁理士 志賀正武



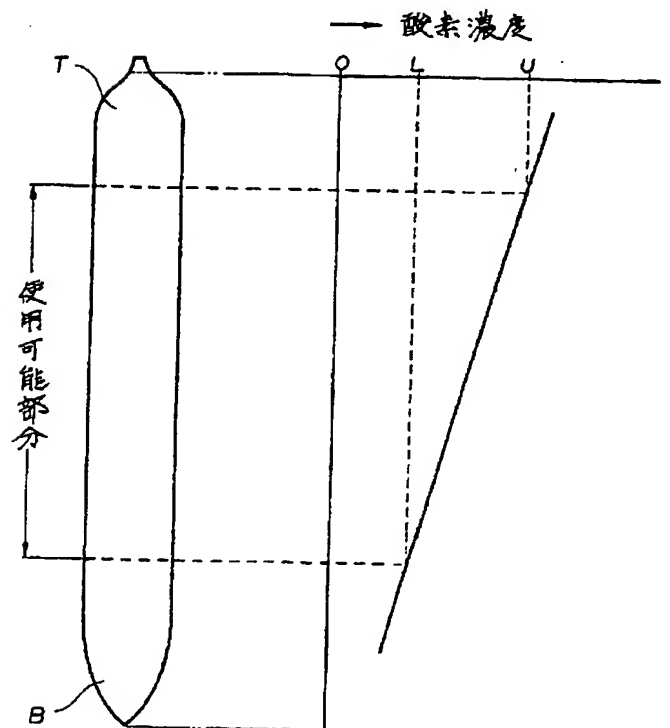
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第5図

第4図

